

第九章

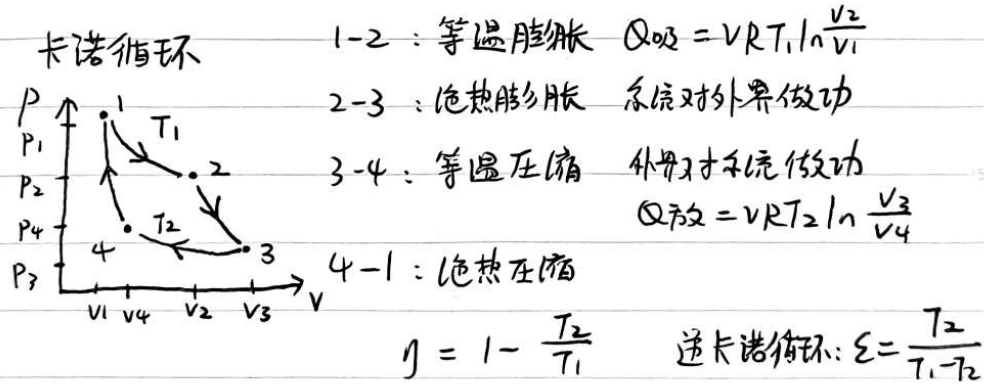
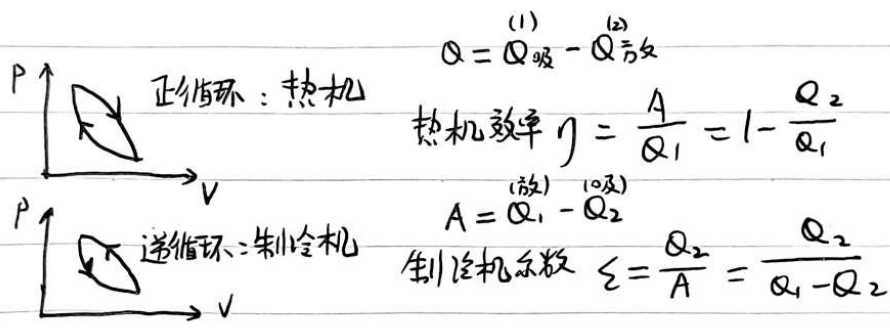
热力学基础

第九章 热力学基础

热力学过程 { 非平衡过程 (非静态过程) (理想化)  
平衡过程 (准静态过程): 任一中间状态均为平衡态

$A = - \int_{V_1}^{V_2} p dV$  功为过程量 热功当量  $1 \text{ cal} = 4.180 \text{ J}$   
热容:  $C = \frac{dQ}{dT}$  比热容  $c = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT}$  摩尔热容  $C_m = \frac{1}{\nu} \frac{dQ}{dT}$

热力学第一定律:  $\Delta U = Q + A$   
 $U > 0$  内能增加  $Q > 0$  系统吸热  $A > 0$  外界对系统做功



热力学第二定律: 克劳修斯表述: 不能把热量从低温传到高温而不引起其他影响  
开尔文表述: 不能从单一热源吸热使之完全变为有用功而不引起其他影响

卡诺定理: 卡诺循环可逆  $\eta' (\text{不可逆机}) \leq \eta$  一切可逆机  $\eta$  相等  
熵  $S: S_B - S_A = \int_A^B \frac{dQ}{T} \text{ (J} \cdot \text{K}^{-1})$  不可逆机  $S_B - S_A > \int_A^B \frac{dQ}{T}$   $S = k \ln \Omega$

| 过程              | 等容过程                            | 等压过程                                      | 等温过程   | 绝热过程  |
|-----------------|---------------------------------|---|--|---|
| 特征              | $dV = 0$                        | $dp = 0$                                  | $dT = 0$   | $dQ = 0$  |
| 过程方程            | $p/T = \text{恒量}$               | $V/T = \text{恒量}$                         | $pV = \text{恒量}$   | $pV^\gamma = \text{恒量}$   |
| p-V图            |                                 |   |  |   |
| 内能增量 $\Delta U$ | $C_V (T_2 - T_1)$               | $C_V (T_2 - T_1)$                         | 0  | $C_V (T_2 - T_1)$   |
| 外界做功 A          | 0                               | $-p(V_2 - V_1)$<br>或 $-\nu R (T_2 - T_1)$ | $-\nu R T \ln \frac{V_2}{V_1}$<br>或 $-\nu R T \ln \frac{p_1}{p_2}$ | $C_V (T_2 - T_1)$<br>或 $\frac{1}{\gamma - 1} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$ |
| 吸收热量 Q          | $C_V (T_2 - T_1)$               | $C_p (T_2 - T_1)$                         | $\nu R T \ln \frac{V_2}{V_1}$<br>或 $\nu R T \ln \frac{p_1}{p_2}$   | 0   |
| 热容 C            | $C_V = \frac{\nu}{2} (i + s) R$ | $C_p = \frac{\nu}{2} (i + s + 2) R$       | $\infty$   | 0   |